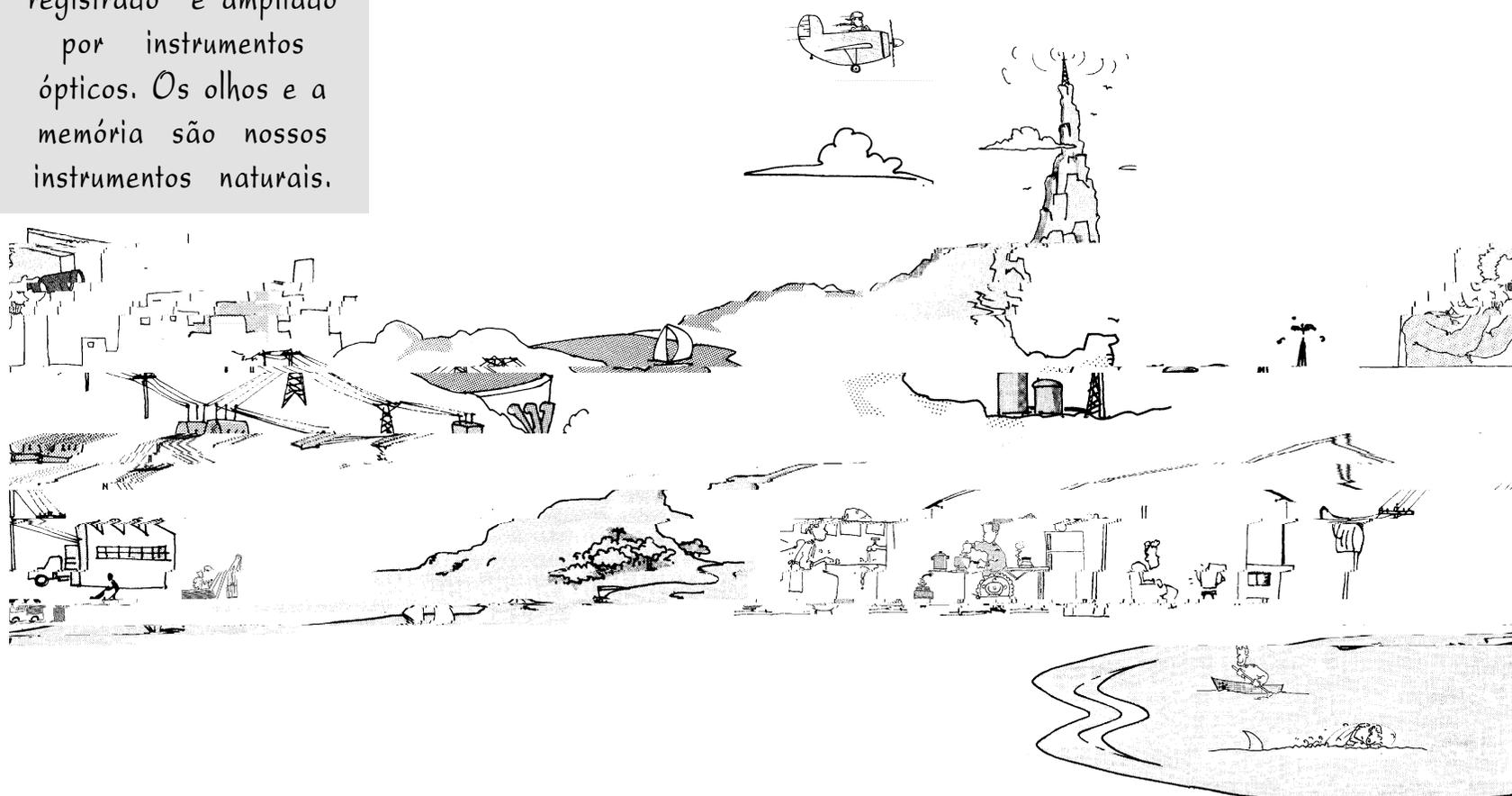
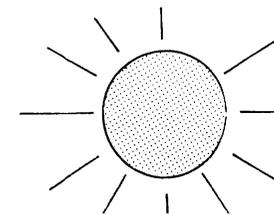


1

A visão

O que vemos e o que não vemos pode ser registrado e ampliado por instrumentos ópticos. Os olhos e a memória são nossos instrumentos naturais.



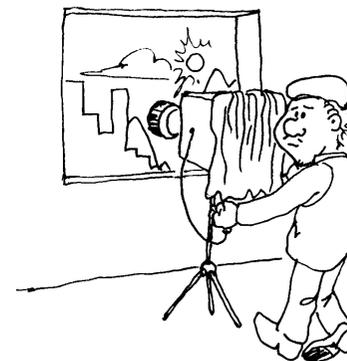
- Que coisa linda!!!
- Fotografou?
- Não...
- Então perdeu...
- Perdi nada. Está gravado na memória!

É uma pena não poder mostrar para os outros certas cenas que nossa memória registra. A gente pode contar, mas não é a mesma coisa. Desde tempos remotos, o ser humano sempre desejou deixar gravadas cenas de coisas que lhe são importantes. Figuras de animais de caça, por exemplo, foram encontradas em interiores de cavernas, redutos do homem pré-histórico. As artes visuais, inicialmente pinturas ou desenhos e mais tarde fotos e videograções, têm registrado objetos do desejo, informações, emoções e momentos da história.

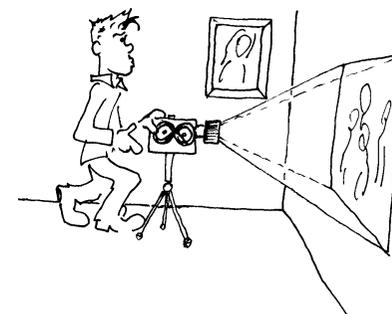


Da parede das cavernas para o papel levou muitos milhares de anos, das tintas até a invenção da fotografia (1826) centenas de anos, até o cinema (1895) dezenas e mais outras dezenas até chegarmos à gravação magnética em vídeo. São todas construções da mesma mente humana que, desde que se formou, aprendeu a gravar cenas na memória...

A primeira grande revolução no registro visual de fatos ocorreu com a descoberta da fotografia, porque tornava possível, a qualquer pessoa, fixar as imagens que desejasse.



O cinema, por sua vez, popularizou as artes cênicas, sendo quase "atropelado" pela televisão, que leva as imagens dinâmicas para a casa do espectador. Finalmente, a videogração permite gravar cenas com a mesma facilidade com que, antigamente, só se podia fotografar.



Na realidade, é mais fácil entender como funciona uma máquina fotográfica, um projetor de cinema, uma tela de TV, do que saber como vemos e registramos imagens em nosso cérebro.

Talvez o problema seja que, de todos esses aparelhos de "ver e registrar", o olho e o cérebro humano são os únicos que não fomos nós quem inventamos... Neste curso de óptica, vamos poder compreender como tudo isso ocorre.

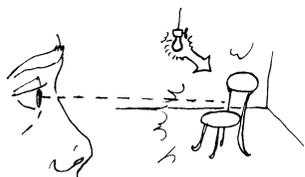
A óptica é o quê?

- Luís, você foi hoje à óptica buscar seus óculos?

Nesta pergunta, a palavra óptica se refere à loja que faz o aviamento de receitas do oculista, também chamado de oftalmologista, e comercializa instrumentos ópticos, como óculos, lunetas, máquinas fotográficas e câmeras de vídeo.



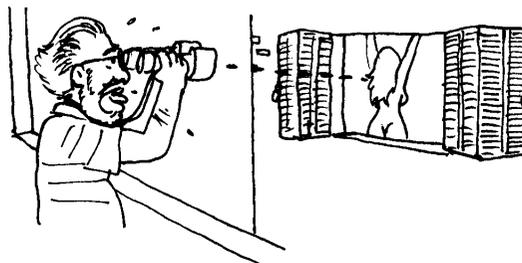
Como parte da física, a óptica é o estudo de fenômenos ligados à luz e à visão. A visão é responsável por grande parte das informações que recebemos. Nossos olhos são sensíveis à luz, como nossos ouvidos ao som, ou nossa pele ao calor e ao toque. Se nenhuma fonte emitir o som, nada há que os ouvidos escutem. Da mesma forma, as coisas têm de ser iluminadas ou luminosas, para que as enxerguemos, ou seja, devem emitir ou refletir a luz para ser vistas.



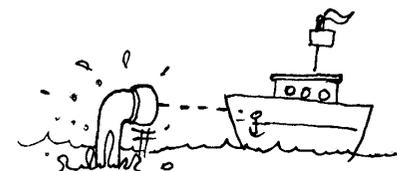
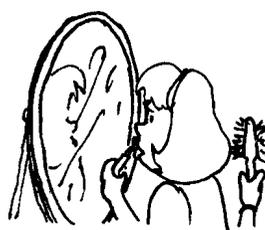
Há pessoas que enxergam mal de longe, outras de perto. Os óculos são lentes para corrigir deficiências de visão. Outros instrumentos ópticos, como a lupa e o microscópio, por exemplo, nos auxiliam quando queremos examinar um objeto muito pequeno, cujos detalhes nem seriam visíveis a olho nu. Os raios X, então, nos permitem ver e gravar até estruturas fora do alcance da luz comum.



Mesmo objetos grandes e brilhantes, como as estrelas no céu ou as estrelas no palco, podem ser também difíceis de ver, se estiverem muito afastados de nós. Para esses casos os instrumentos ópticos indicados são o telescópio, a luneta ou o binóculo. Os astrônomos vasculham os céus, outros querem detalhes nos esportes, sem falar de alguns moradores de apartamento...



Os espelhos servem para mais coisas do que para a gente se admirar; são retrovisores em veículos, são periscópios em submarinos e elevadores, e, em formato parabólico, são ampliadores de imagem nos telescópios de reflexão.



A óptica permite compreender muitos instrumentos, nos quais lâmpadas, telas, lentes e espelhos são partes essenciais, entender a natureza das cores, nas figuras impressas, nas fotos, na tela de TV e, antes de mais nada, a óptica permite compreender a visão. Vamos iniciar o estudo da óptica pedindo a você que relacione todos os instrumentos, situações e processos que associa com a visão.

Faça uma lista que contenha instrumentos, situações e processos, procurando discutir que tipo de relação eles têm com a visão.

LEITURA - A visão

A percepção que temos do mundo resulta de uma combinação de sentidos, processada simultaneamente em nosso cérebro. Um ruído ao nosso lado pode fazer com que nos voltemos para olhar algo que antes não havíamos notado. Um cheiro desagradável pode fazer com que investiguemos a sola de nossos sapatos, para ver se pisamos em algo... Da mesma forma, levamos às narinas uma flor cuja beleza nos atraiu.



Talvez, mais do que qualquer outra forma de observação, a visão nos permita, imediatamente, uma percepção panorâmica. Com o tato, não podemos perceber a temperatura ou textura de objetos distantes, pois não temos "teletato".

A audição já se parece um pouco mais com a visão, pelo fato de termos dois olhos e dois ouvidos para poder ver e ouvir em três dimensões, ou pela comparação possível entre cores e timbres.

A maior parte da percepção humana é visual, uma outra parte significativa é sonora e os demais sentidos, o tato, o olfato e o paladar, exceto em circunstâncias especiais, têm função complementar. Também por isso, as extensões da visão e da memória visual ou as extensões da audição e da memória auditiva são muito mais numerosas e conhecidas que as extensões dos demais sentidos.

O telescópio, o microscópio, o radar, a televisão, a fotografia, a radiografia, o cinema e a videogravação, o alto-falante, o rádio, as gravações de som em fitas e discos são mais significativos e freqüentes do que os sistemas de ampliação e registro de temperaturas, de pressões, de sabores e de cheiros.

VOCÊ CONHECE O TELEOLFATO?

Tente imaginar a percepção de um cego ao apalpar um triângulo de cartão ou um disco de ferro, a maneira como ele guarda essas formas em sua memória e as reproduz desenhando. Você sabe o que é a escrita Braille?

VOCÊ DIRIA QUE O CEGO VÊ COM AS MÃOS?

Assim como se pode comparar a leitura do cego com o tato de formas em geral, podemos comparar a imprensa escrita com a reprodução de imagens e a fotografia.

As mensagens publicitárias fazem uso das imagens, da escrita e do som, reproduzindo fala e música. Tente lembrar de formas associadas ao que você consome. Por exemplo, formato de garrafas, logotipos, *jingles* musicais,

De quais figuras geométricas você se lembra? Do aspecto de quais animais e plantas, do rosto de que pessoas? Do formato de quantos objetos? Em preto e branco ou em cores? Desenhe um círculo, uma mesa, uma aranha, um coqueiro, uma moça.

DE QUE "FITA" VOCÊ TIROU ESTAS IMAGENS?

COMO AS GUARDOU?

QUESTÕES

1) EM QUE CONDIÇÕES UM OBJETO PODE SER VISTO?

(VEJA A SEGUNDA FIGURA DA PÁGINA ANTERIOR)

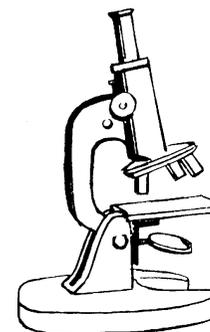
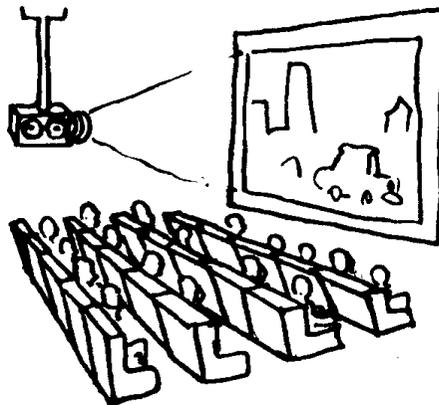
2) EXAMINE UM OBJETO QUALQUER A OLHO NU, DEPOIS OBSERVE-O COM UMA LUPA. DESCREVA OS DETALHES QUE VOCÊ SÓ PERCEBEU DEPOIS QUE USOU A LUPA.



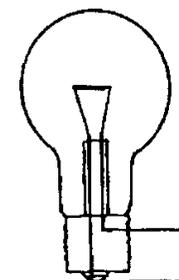
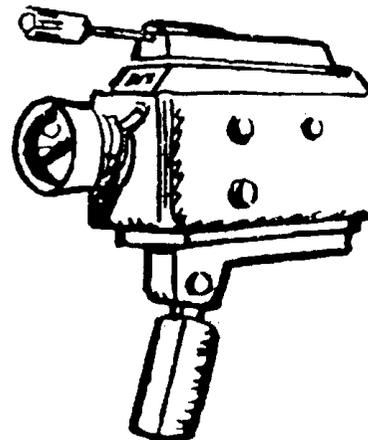
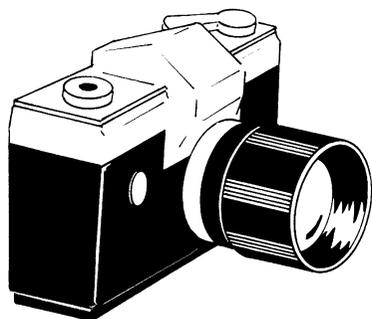
2

Uma visão do curso

Receptores ou registradores de imagens. Fontes, filtros de luz e cor. Projetores e ampliadores de imagens.



Vamos organizar em grupos os instrumentos, situações e processos ópticos?



Listão

Projetor de slides
 Máquina fotográfica
 Flash
 Tela de cinema
 Lentes
 Tela de TV
 Binóculo
 Lâmpada
 Telescópio
 Câmera de TV
 Laser
 Espelho
 Fotocopiadora
 Lupa
 Cinema
 Filmadora de vídeo
 Microscópio
 Óculos
 Periscópio
 Fogo
 Caleidoscópio
 Pintura
 Tintas
 Pigmento
 Filme
 Raios X
 Vela
 Sol
 Arco-íris
 Cores
 Retroprojetor
 Miragem
 Ilusão de óptica
 Piscina

Classificando

Ao lado anotamos vários elementos que, de algum modo, estão relacionados com a visão. Provavelmente a lista que você preparou seja parecida com esta.

Compare para ver o que está faltando nessa lista ou na sua.

Você incluiu o olho humano na sua lista? Poderia incluí-lo? Justifique.

Neste momento você está com uma lista de instrumentos, situações e processos ópticos, "doidinho" para estudá-los. Por onde começar? Eis a questão!

Lembra quando estudou os seres vivos e o seu professor **classificou** os animais em: mamíferos, répteis, insetos?... É a mesma coisa...

A classificação é uma maneira de iniciar o estudo de um assunto, de modo que os elementos a ser estudados já mostrem algum significado. Não há um modo único, nem o mais correto de classificar. Você poderá escolher algum critério para agrupar esses elementos, com base, por exemplo, no seu uso mais conhecido e imediato.

O ato de classificar um rol de elementos ou coisas exige de nós um certo discernimento sobre eles. Ao fazer a lista desses elementos ópticos, você certamente já possuía algum conhecimento sobre eles, por exemplo, em relação à função de cada um, o que eles permitem fazer, seu uso, entre outros, e por isso os colocou na lista, apesar de não compreendê-los totalmente.

Você poderia sugerir algum critério para a classificação dos instrumentos, situações ou processos ópticos que listou na aula anterior?

Converse com seus colegas sobre os instrumentos, situações e processos ópticos que constam de suas listas e procurem agrupá-los de acordo com algum critério que considerem razoável.

CLASSIFICANDO OS INSTRUMENTOS, SITUAÇÕES E PROCESSOS ÓPTICOS

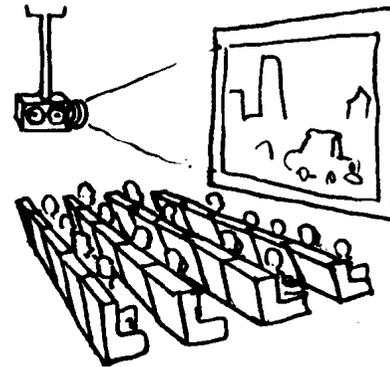
Vamos realizar esta classificação procurando escolher um critério que mais se ajuste ao nosso curso. Por isso pensamos em distribuir essas coisas em três grupos:

Receptores e registradores de imagens

Enxergamos porque o olho é um sistema sensível à luz proveniente de objetos, luminosos ou iluminados, que recebe e registra as imagens no cérebro; do mesmo modo, uma máquina fotográfica também capta e registra imagens em um filme fotográfico, ou uma câmera de TV registra as imagens em uma fita magnética.

Há outras formas de registro de imagens bem tradicionais, como a imprensa, ou mais modernas, como as copiadoras eletrostáticas e impressoras de computadores.





Alguns receptores e registradores de imagens

Alguns projetores de imagens

Fontes de luz

Os projetores de cinema ou de *slides* projetam numa tela, ou superfície clara, imagens transparentes que estão impressas em um tipo de plástico chamado celulóide, que filtra a luz de uma lâmpada que passa por ele. A lâmpada constitui uma fonte de luz, e o celulóide com as imagens coloridas, um filtro de cores.

A tela da TV, que brilha, pode ser vista mesmo no escuro porque é uma fonte de luz. As fotografias, desenhos ou textos de uma página de revista só podem ser vistos se iluminados. As imagens impressas "filtram" a luz branca e só "devolvem" a cor correspondente.

Para compreender como a luz, as cores e as imagens podem ser produzidas, apresentaremos um modelo microscópico de matéria e de luz. Esse modelo permitirá interpretar a interação luz-matéria numa vela acesa, num tubo de TV, nas estrelas ou numa gravura.

Veremos como a luz branca do Sol é uma combinação de muitas cores, que podem ser separadas, e que também existem fontes de uma única cor, como o laser.

Projetores e ampliadores de imagens

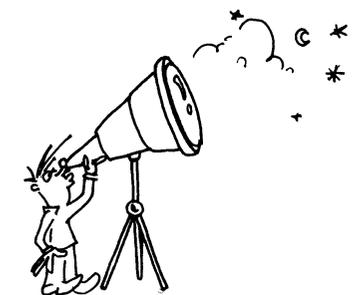
Existe uma série de aparelhos constituídos de espelhos e lentes que ajudam a ampliar nossa visão, em tamanho ou na abrangência.

O espelho retrovisor de um automóvel, por exemplo, ajuda o motorista a enxergar outros automóveis que se encontram atrás dele, ampliando seu campo de visão. Os marinheiros em um submarino conseguem ver o que se passa na superfície do mar com o auxílio de um periscópio.

Os defeitos de visão podem ser corrigidos por várias espécies de lente, como as de contato ou as dos óculos.

As lunetas e os grandes telescópios ajudaram a descobrir um universo cheio de astros, impossíveis de ser vistos a olho nu, ampliando o tamanho da imagem. Já os microscópios permitem ver coisas muito pequenas. Vamos chamar todos esses aparelhos de ampliadores da visão.

Procuraremos entender como funcionam tais aparelhos por meio de uma representação geométrica das imagens formadas por eles, a partir de uma compreensão da propagação da luz.



Ampliadores da visão

Exercícios

2.1. Complete a tabela com os aparelhos, situações e processos que você listou no final da aula 1.

receptores e registradores de imagens	fontes e filtros de luz e cor	projetores e ampliadores de imagem

2.2. Identifique, na "festinha de aniversário", os instrumentos, dispositivos ópticos ou coisas relacionadas à visão.



2.3. a) Quais deles poderiam ser colocados no grupo dos receptores de imagens? Por quê?

b) Quais deles seriam fontes de luz?

c) Nessa festinha existe algum ampliador de imagens? Ou algum corretor de visão?

Justifique suas respostas.

2.4. Após uma turnê de cinco jogos nas Ilhas Maurinas, sem nenhuma vitória mas com cinco derrotas, a entusiástica torcida do Arrancatoco F. C. recebe seus heróis no Aeroporto de Cumbuca, em Barulhos, PS. Um estudante adversário, com dor de cotovelo, ficou de longe observando todo o alvoroço e aproveitou para fazer um levantamento de dispositivos ou instrumentos ligados à visão e imagens, presentes ali no aeroporto, para iniciar seu estudo de óptica no colégio.



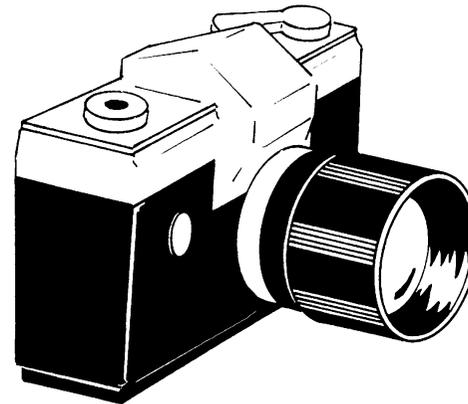
Quais instrumentos ou dispositivos ópticos estão presentes na cena do aeroporto?

— 3 —

Recepção e registro de imagens

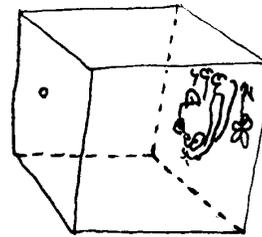
A máquina fotográfica, a
filmadora e o olho
humano: um paralelo entre
eles.

- Você já viu o que tem dentro de uma máquina fotográfica?
- Não.
- Então não perdeu nada... exceto saber que não há muita coisa para ver...



A máquina fotográfica

Em essência, toda máquina fotográfica é uma caixa internamente preta e vazia, provida de um pequeno orifício por onde a luz, transmitida por um objeto, penetra e impressiona um filme fotográfico fixado no lado oposto desse orifício.

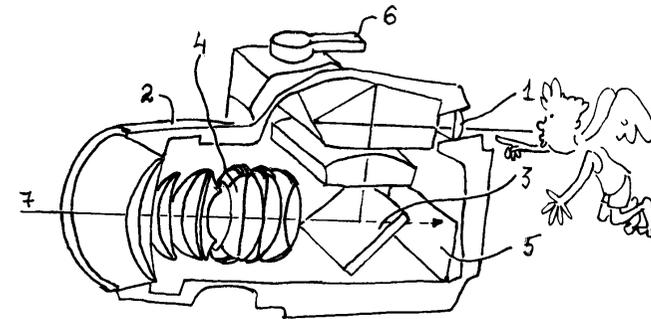


A câmara escura e a imagem do cachorrinho

No século XVI já se sabia projetar uma imagem utilizando uma câmara escura semelhante à da figura acima, mas não se conhecia a maneira de a registrar. Isso ocorreu somente três séculos depois, no ano de 1826, quando o francês Joseph Niepce tirou a primeira fotografia usando uma câmara escura e um material sensível à luz, o **filme fotográfico**.

As câmaras escuras foram sendo aperfeiçoadas, atingindo um grau de sofisticação que muitas vezes chega a esconder a simplicidade da sua função básica: fazer com que a luz, proveniente de um objeto ou da cena que se deseja fotografar, incida sobre o filme, formando nele uma imagem.

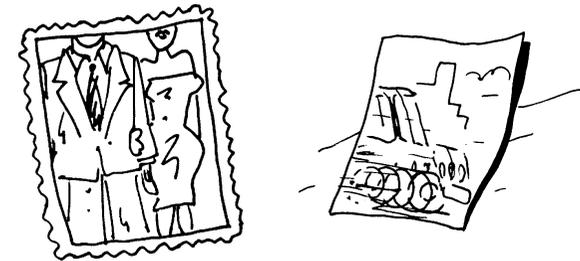
A procura de imagens cada vez mais nítidas sob as mais diversas condições - de luminosidade, distância, tempo de duração do evento ou velocidade do objeto que se deseja fotografar - levou à introdução de uma série de dispositivos na câmara escura, que mereceu ser rebatizada como máquina fotográfica.



A máquina fotográfica e seus dispositivos.

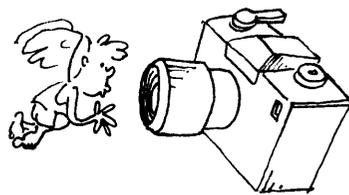
- | | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1. visor | 5. filme |
| 2. diafragma | 6. alavanca para deslocar o filme |
| 3. espelho (mono-reflex) | 7. trajetória da luz |
| 4. lentes | |

O *visor* permite o enquadramento da cena que se deseja fotografar. Um mal uso do visor produz fotos "cortadas".



O *diafragma* permite controlar a quantidade de luz que atinge o filme, e o *obturador* tapa a entrada da luz, só se abrindo por instantes quando se tira uma fotografia.

A posição do diafragma e a velocidade com que o obturador abre e fecha controlam a quantidade de luz que entra na máquina. As lentes, avançando ou recuando, focam a imagem no filme.



A máquina fotográfica

As filmadoras de cinema e de vídeo

A fotografia estática evoluiu para o cinema dinâmico que mostra as imagens em movimento. Os filmes cinematográficos nada mais são que uma sucessão de fotos tiradas em seqüência com intervalos de tempo pequenos e regulares, que ao ser projetadas numa tela, na mesma freqüência, reproduz imagens dinâmicas. A filmadora de cinema é, assim, uma máquina fotográfica capaz de tirar fotos em seqüência, mas, já há algum tempo, vem sendo substituída por filmadoras de vídeo, que produzem gravações eletrônicas mais baratas e mais fáceis de reproduzir.

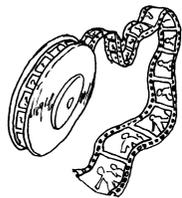
Uma filmadora de cinema



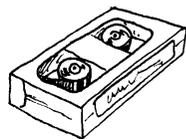
A filmadora de vídeo também é semelhante à máquina fotográfica. A diferença está no registro da cena: enquanto a máquina fotográfica e a filmadora de cinema registram a cena em um filme por um processo fotoquímico, a filmadora de vídeo o faz numa fita magnética, por um processo eletromagnético. A fita magnética é uma tira de plástico recoberta por pequenas partículas de ferro, que podem ser imantadas por campos magnéticos gerados na codificação das imagens.



Uma foto



Um filme de cinema



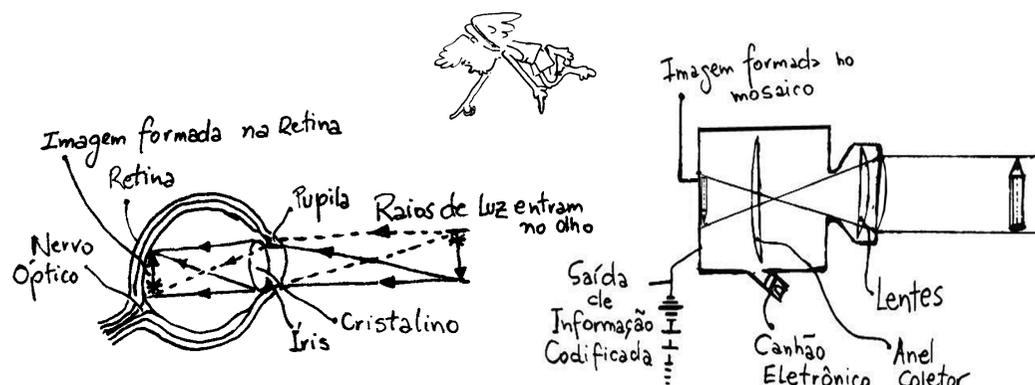
Um filme de vídeo

A filmadora de vídeo pode gravar uma cena, registrando-a numa fita magnética, e também ser acoplada a um circuito de emissão de TV, capaz de enviar para o espaço em forma de ondas eletromagnéticas a imagem codificada.

O olho humano: um paralelo com a filmadora de vídeo e a máquina fotográfica

O olho humano é semelhante, em muitos aspectos, à filmadora de vídeo e à máquina fotográfica. Assim como na filmadora e na máquina, o olho humano também possui três componentes essenciais: um orifício que controla a entrada da luz, uma lente para melhor focar a luz numa imagem nítida e um elemento capaz de fazer o registro dessa imagem.

No olho humano a entrada de luz é comandada por uma membrana muscular, a íris, que abre ou fecha a pupila, um orifício no centro do olho. Atrás da pupila encontra-se o cristalino, uma lente que é capaz de focar objetos próximos ou distantes, pela mudança de sua curvatura, conseguida por músculos que envolvem o cristalino.



Um paralelo entre o olho humano e a filmadora de vídeo

No olho normal, o cristalino focaliza as imagens na retina, uma membrana do tamanho de uma moeda na parte posterior do olho. Suas células têm a capacidade de transformar a luz que recebe em impulsos nervosos. Estes são enviados através dos nervos ópticos até o cérebro, que os interpreta e registra como sensações visuais. Neste ponto a analogia entre o olho humano e a filmadora de vídeo é mais forte: a retina corresponderia à fita magnética, enquanto o cérebro corresponderia ao decodificador de sinais que os enviaria para a tela de TV.



ALGUMAS SITUAÇÕES EM QUE A LUZ DO SOL DEIXA SUA MARCA REGISTRADA

1. As banhistas de praia ficam com a marca do biquíni no corpo. Poderiam fazer uma "antitatuagem", expondo-se ao sol com um adesivo de esparadrapo, por exemplo em forma de estrela, colado à pele.



2. Uma folha de jornal exposta ao sol por algum tempo fica desbotada e amarelada.



3. As roupas que são postas para corar (quarar) ficam mais brancas.



TODOS ESSES EXEMPLOS NOS MOSTRAM QUE OS MATERIAIS DE UM MODO GERAL SÃO SENSÍVEIS À LUZ, UNS MAIS DO QUE OUTROS. NO PROCESSO FOTOGRÁFICO, POR EXEMPLO, É USADO UM MATERIAL ESPECIAL, CHAMADO PAPEL FOTOGRÁFICO, TÃO SENSÍVEL À LUZ QUE PARA MANUSEÁ-LO É NECESSÁRIO UM LOCAL SEM CLARIDADE.

Questões

1. Nas situações apresentadas a luz produz algum tipo de alteração na pele, no papel, no esparadrapo e no tecido. Você poderia explicá-las?
2. Qual a função da retina no olho humano e a que ela corresponde numa filmadora de vídeo?
3. Na filmadora de vídeo a imagem de uma cena é registrada em uma fita magnética. Que outros tipos de registro você conhece que podem também ser feitos numa fita magnética?
4. O normógrafo [aparelho de desenho constituído de várias réguas de plástico, com formas geométricas, letras e números recortados que servem de moldes para reprodução das figuras e tipos] necessita de tinta para demarcação da figura. É possível usar a luz do sol para reproduzir uma de suas figuras? Discuta com seus colegas se isso pode ser feito.
5. Para tirar uma fotografia comum, é necessário um material muito sensível à luz, chamado papel fotográfico. Discuta com seus colegas se é possível tirar uma "foto" com um papel comum. O que seria necessário para isso?

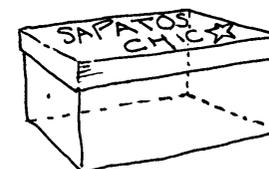
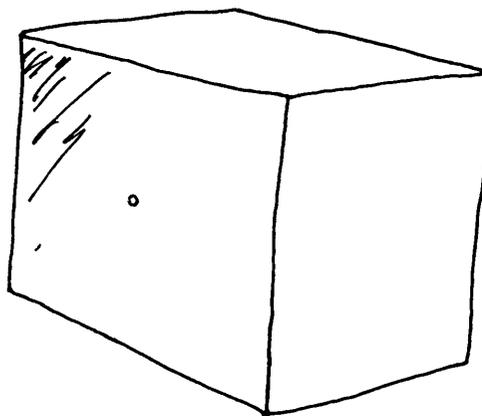
4

A câmara escura

Como a imagem é formada numa câmara escura apenas com um orifício e com lente.



Nesta aula vamos construir uma câmara escura e aprender como a imagem de um objeto é formada.



CONSTRUA SUA CÂMARA ESCURA

De maneira bastante simples você pode construir uma câmara escura e, se desejar, sair por aí tirando fotografias. Para isso você precisará reunir algumas coisas.

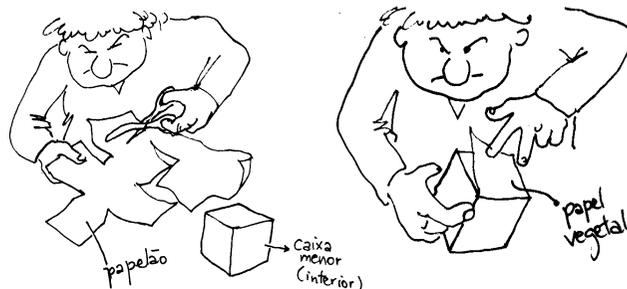
material necessário para fazer a câmara escura

1. papelão de fundo preto de 30 cm x 60 cm
2. fita adesiva preta
3. folha de alumínio de 10 cm x 10 cm
4. papel vegetal de 20 cm x 20 cm
5. tesoura e alfinete
6. cola de papel

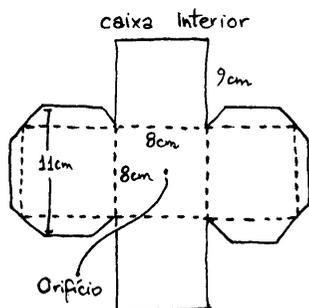
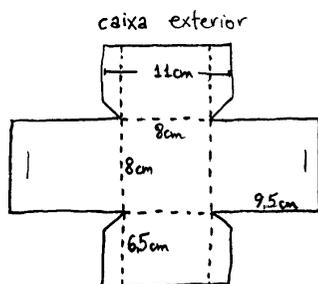
Procedimento

Risque com um lápis, no papelão, o molde de uma caixa retangular, recortando-o em seguida.

Dobre e cole as laterais formando a caixa com a parte preta para dentro, deixando um fundo oco, no qual deve ser colado o papel vegetal, que cobrirá toda a área aberta.



Moldes para construção da câmara escura.



Do lado oposto onde será colado o papel vegetal, faça um furo no papelão com um prego. Fure com um alfinete a tira de alumínio, fixando-a sobre o papelão, e centralize os dois furos, eliminando as possíveis rebarbas.

**COMO USAR A CÂMARA ESCURA?**

Agora que sua câmara escura está pronta, você pode, com algum esforço e boa iluminação de um objeto, observar projetada no papel vegetal a imagem que entra pelo orifício.

Atividades e questões

Apague a luz do seu quarto, feche janelas e portas, deixando-o escuro. Ilumine bem um objeto qualquer com uma lanterna, ou então o seu objeto pode ser uma vela acesa ou uma tela de TV ligada. Aponte a sua câmara escura para o objeto.

- a) Descreva o que você observa.
- b) Existe alguma posição entre a câmara e o objeto que permite uma melhor observação dele?
- c) Aumente o diâmetro do orifício com um preguinho e refaça as observações. Você percebe alguma diferença em relação ao que viu antes?

Agora faremos uma pequena mudança em sua câmara escura: vamos adaptar a ela, no local onde antes era um orifício, um determinado tipo de lente que é capaz de projetar mais nitidamente a imagem dos objetos sobre o papel vegetal.

Como fazer isso? Onde encontro essa lente?

Peça a seu professor uma dessas lentes (denominadas lentes convergentes) ou consiga a de uma lupa, que é a mesma coisa, e construa uma nova caixinha, só que agora ajustando a lente no local onde antes estava o pequeno orifício. Essa nova câmara escura deverá lhe fornecer melhores condições de observar uma determinada imagem, como nas máquinas fotográficas. Vamos ver se isso é mesmo verdade!

a- Observe, com a nova câmara escura, a chama da vela.

b- Procure focalizar uma cena ou um objeto qualquer. Como aparece a imagem?

c- Aproxime ou afaste a lente do objeto focalizado, procurando uma posição na qual a imagem formada seja a melhor possível.

Alternativa

Você também pode construir uma câmara escura com uma lata de leite em pó ou com uma caixa de sapatos. Faça o furo no fundo da lata ou numa lateral da caixa e coloque o papel vegetal no lugar da tampa ou na lateral oposta. Está pronta uma câmara escura simples, porém com menos recursos.



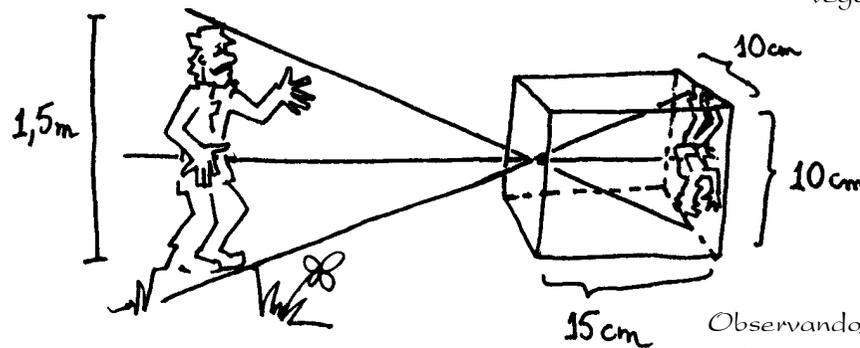
Câmara escura feita de lata

PENSANDO

Você deve ter observado, com os dois tipos de câmara escura, que as imagens dos objetos (ou da chama da vela) aparecem invertidas no papel vegetal. Discuta com o seu colega e procure dar uma explicação para isso.

A luz em linha reta

Podemos compreender como a imagem de um objeto é formada no papel vegetal colocado no interior de uma câmara escura, ou mesmo sobre a nossa retina. Cada ponto do objeto luminoso ou iluminado emite ou reflete a luz em todas as direções e, portanto, também na direção do pequeno orifício. Como pudemos observar, a imagem projetada, nessas condições, aparecerá invertida.



Nesta figura desenhamos algumas linhas unindo pontos do objeto e de sua imagem projetada no papel vegetal no fundo da câmara escura

Ao reproduzirmos a imagem da cena dessa forma, estamos considerando que a luz, emitida de cada ponto da imagem, se propaga em linha reta passando pelo orifício e formando a imagem da cena invertida.

Com esse modelo para propagação da luz, podemos estabelecer relações geométricas envolvendo tamanho da câmara escura, tamanho do objeto e da imagem, distância do objeto a ser fotografado, como no exemplo da questão numérica que se vê à direita:

Questão numérica

A que distância deve ser posicionada uma câmara escura com dimensões de 100 cm^2 (10×10) de área de fundo por 15 cm de comprimento de uma estátua de $1,5 \text{ m}$ de altura, para mostrá-la focalizada de corpo inteiro no papel vegetal?

Observando a geometria da figura acima que corresponde à posição da câmara no momento de "tirar" a foto, podemos determinar a distância D usando semelhança de triângulo.

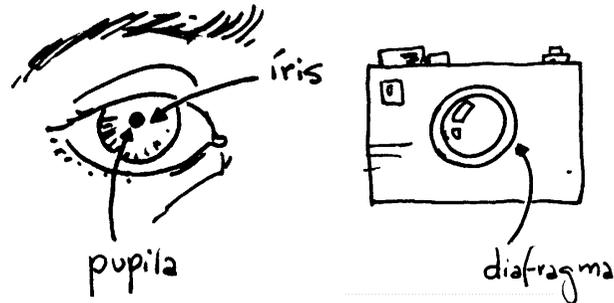
$$D/15 = 150/10 = 225 \text{ cm}$$

ou

$$D = 2,25 \text{ metros}$$

Questões

1. Compare a íris de nosso olho com o diafragma da máquina fotográfica. Nas máquinas automáticas o diafragma alarga ou estreita o orifício, dependendo da luminosidade existente. Nossa íris seria também automática? Como funciona?



2. Veja a íris de seus colegas num ambiente bem claro e depois num bem escuro. O que você percebe?

3. Quais as condições necessárias para vermos nitidamente um objeto?

4. Quais as condições necessárias para tirarmos uma boa fotografia?

5. Compare as respostas das duas questões anteriores.

6. Complete a tabela fazendo as analogias:

		tampa da máquina	
pupila / íris	orifício		
		conjunto de lentes	focalizar a imagem
	papel vegetal		
músculos ciliares			ajustar o foco

7. Quando Clark Kent/Super-Homem quer ver alguma coisa escondida por uma parede, usa seu superpoder da "visão de raios X". Mesmo para um extraterrestre de Krypton isso seria possível?

8. Compare uma máquina fotográfica/fotografia com um aparelho de raios X/chapa dos pulmões.

9. H. G. Wells foi um escritor inglês, pioneiro da ficção científica", que escreveu *O Homem Invisível*. Discuta a possibilidade de esse personagem enxergar.



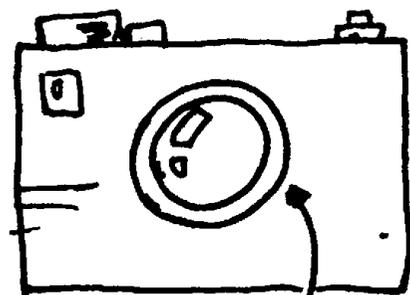
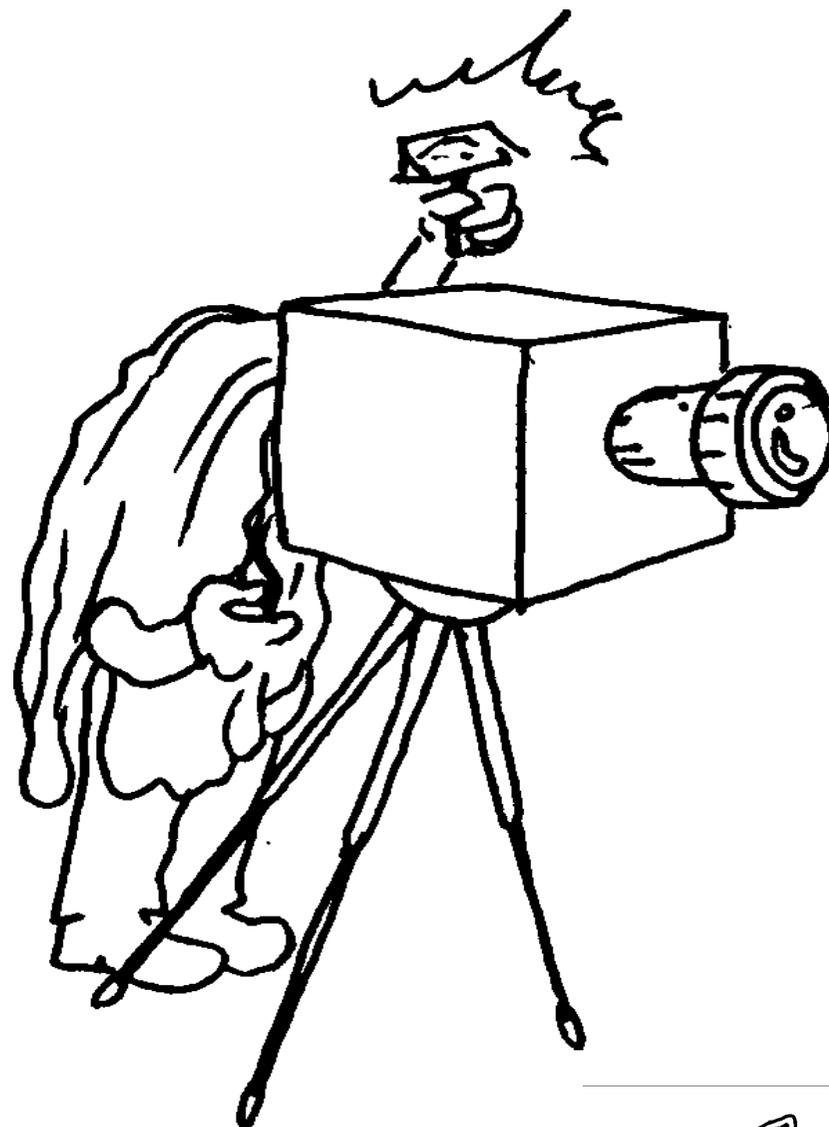
Retrato do Homem Invisível ao natural, na frente de uma parede branca



— 5 —

Foto + grafar

Uma folha sensível à luz
faz da câmara escura
uma máquina fotográfica.



diafragma



Na leitura anterior foi indicado como fazer várias observações com a câmara escura. Nesta, vamos mostrar como uma câmara escura pode ser usada para fazer uma fotografia.

O processo é simples. A imagem, anteriormente projetada no papel vegetal, pode também ser projetada diretamente sobre papel de revelação fotográfica

O que se pode fazer com nossa câmara escura não precisa do filme, indispensável numa máquina fotográfica comum. A diferença é que podemos utilizar papel fotográfico comum, que precisa ser "revelado" depois e funciona como negativo para outro papel fotográfico.

Tirar uma foto, então, não se constitui numa tarefa difícil; precisamos, além de uma câmara escura, de um papel fotográfico e de uma "técnica" para revelar e fixar a imagem fotografada. O papel fotográfico você poderá encontrá-lo na óptica do seu bairro, ou então encomendá-lo a um fotógrafo.

TIRANDO UMA FOTO

Nesta atividade você poderá tirar uma foto usando a câmara escura construída anteriormente. Para isso precisamos tomar alguns cuidados para que a foto saia com alguma qualidade.

1. O papel fotográfico, como não poderia deixar de ser, é muito sensível à luz, por isso, ao colocá-lo na posição do papel vegetal de nossa câmara escura, devemos tomar os seguintes cuidados:

a- Trabalhar num ambiente escuro, que pode ser o seu quarto com portas e janelas fechadas e as frestas vedadas por cobertores escuros.

b- Fixar o papel fotográfico onde estaria antes o papel vegetal com a parte brilhante voltada para o orifício.

c- Ainda no ambiente escuro, tapar o pequeno orifício e usar uma segunda caixa para fechar o fundo da primeira, onde foi colocado o papel fotográfico, vedando-as com fitas adesivas pretas para impedir qualquer claridade.

d- Escolha a cena que deseja fotografar, de preferência algo imóvel e bem iluminado (num dia de bastante sol) e aponte sua câmara para ela.

e- Agora é preciso destapar o orifício e, nas condições acima, deixá-lo aberto por uns quatro minutos. Esse é o tempo de exposição, que pode variar muito, conforme o diâmetro do orifício e as condições de iluminação da cena escolhida (faça alguns testes para definir o melhor tempo).

f- Se em vez de fotografar pelo orifício pequeno, você decidir fotografar com lente, o tempo de exposição, na maioria dos casos, tem de ser menor que um segundo!

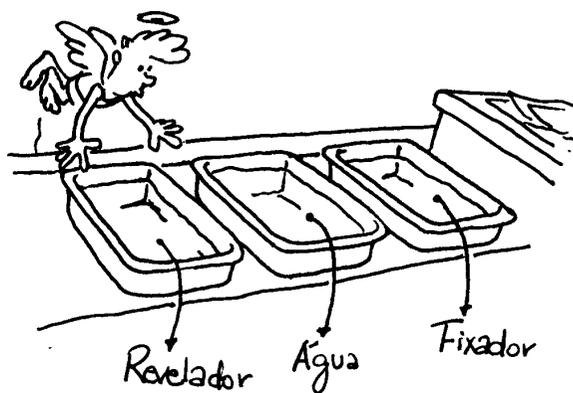
Após esse tempo, feche novamente o orifício de sua câmara.

VOCÊ JÁ TIROU A FOTO, AGORA É NECESSÁRIO FAZER A REVELAÇÃO

REVELANDO E FIXANDO A FOTOGRAFIA

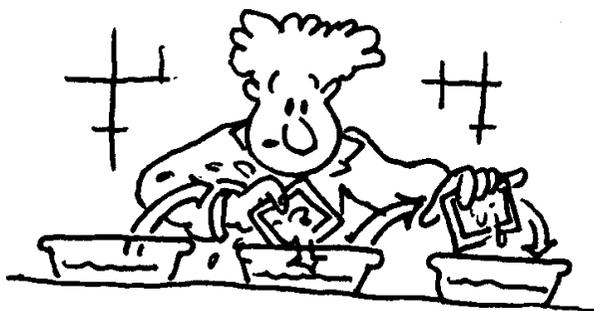
Para fazer a revelação da foto é necessário, primeiramente, de um lugar adequado, iluminado apenas com uma fraca lâmpada vermelha de 15 watts e ainda dispor de água corrente, como a de uma torneira. Se você dispõe de um ambiente assim, o processo de revelação e fixação da foto fica mais fácil.

Basta agora comprar alguns produtos químicos que também são vendidos nas lojas de material fotográfico: o revelador e o fixador de imagens. Outra possibilidade é usar a sala escura e os produtos da mesma óptica onde você conseguiu o papel, se o dono deixar...



Vasilhas com revelador, água e fixador

Retire o papel fotográfico da câmara escura e coloque-o, com a parte brilhante voltada para cima, no interior da vasilha que contém o revelador. O papel fotográfico deve ficar totalmente coberto pelo líquido revelador. Em 2 a 3 minutos irá aparecer uma imagem negativa da cena fotografada.



As fases de revelação, lavagem e fixação da imagem

Assim que a imagem aparecer, o papel fotográfico deverá ser transferido, com uma pinça, para a vasilha com água. Depois de 1 minuto deve-se transferi-lo para a vasilha com o fixador, onde ficará por mais 5 minutos. Em seguida, é preciso lavá-lo bem com água corrente e pendurá-lo para secar. Por fim você obtém o negativo da foto.



O negativo da imagem: os claros e escuros estão invertidos

Para obter o positivo, isto é, a foto reproduzindo a cena, coloque o negativo com a figura para baixo contra a parte brilhante de um outro papel fotográfico. Ilumine o conjunto com uma lanterna caseira por 10 segundos, retire o papel fotográfico e repita todo o processo: revelação, lavagem na vasilha com água, fixação e lavagem em água corrente.



Obtenção do positivo, ou seja, a fotografia da cena

Bravo! Depois de toda essa cansaça você pode sair do seu "laboratório" com a foto na mão. Mas, atenção, ela poderá não estar do seu agrado. Isso pode ter ocorrido por vários motivos, como por exemplo o tempo de exposição do papel fotográfico à luz, o diâmetro do orifício e outros, que certamente serão descobertos se continuar a tirar e revelar suas próprias fotos.

Entretanto o princípio é esse, caberá a você aprimorar os procedimentos nas próximas vezes que for tirar uma fotografia.



A foto final está do seu agrado?

Alguns comentários

O registro de uma cena em um filme ou papel fotográfico está associado ao fato de algumas substâncias serem sensíveis à luz. O filme ou o papel fotográfico são, na realidade, lâminas de celulose recobertas de pequeníssimos grãos de sais de prata, em especial, o brometo de prata (AgBr).

Quando a luz incide sobre o papel fotográfico, sua energia é absorvida pelo grãos do sal, separando a prata metálica de seu parceiro químico, o bromo. Apenas na fase de revelação do filme é que a imagem da cena fotografada pode ser vista e identificada. O revelador, composto basicamente de água e sulfito de sódio (Na_2SO_2) provoca, no filme, a mesma reação que a luz.

Onde já houve formação de prata metálica, a reação com o revelador se processa muito mais rapidamente, produzindo maior quantidade de prata metálica por oxirredução do brometo de prata.

Por isso é importante controlar o tempo de contato do filme com o revelador, pois quanto maior o tempo de reação, mais prata metálica será formada e mais negra ficará a região do filme revelado.

A imagem da cena ou do objeto no filme é denominada negativo, uma vez que regiões bem iluminadas da cena produzirão regiões mais escuras no filme já revelado.

É claro que nos pontos do filme onde não há incidência de luz esses fenômenos não ocorrem, e por isso não há formação de prata metálica.

A sensibilidade dos filmes está associada ao tamanho dos grânulos de sais de prata: quanto menores, menos sensíveis à luz. Por isso, os filmes mais sensíveis, usados nos registros de cenas com pouca luz, contêm grânulos maiores, embora isso possa influir na qualidade da foto, na perda de seus detalhes.

Algumas questões para você pensar.

Antes da invenção da máquina fotográfica, muitos acontecimentos historicamente importantes deixaram de ser registrados, visualmente, porque tais registros dependiam da presença de um artista capaz de pintar com alguma fidelidade um quadro que representasse aquele momento da história. Os quadros, além disso, carregam a imaginação, a visão e a interpretação do pintor, raramente presente no local do ocorrido e nem sempre contemporâneo dos acontecimentos. A pintura é uma obra de arte que reflete a sensibilidade e a inspiração do pintor. A foto, embora possa ser motivo de interpretação de quem a vê e mesmo da sensibilidade do fotógrafo, reproduz a cena mostrando mais fielmente a imagem do ocorrido.

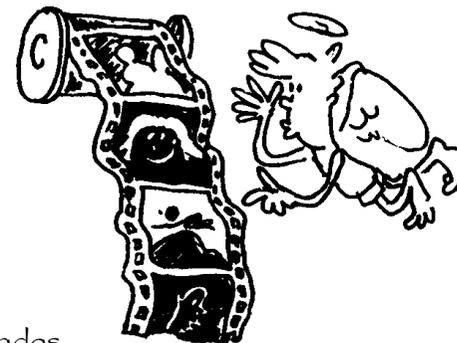
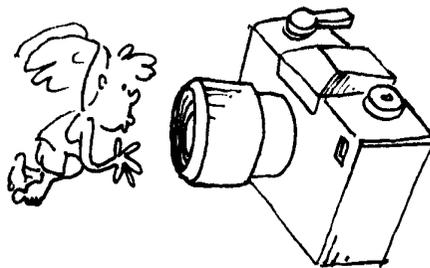
ALGUMAS QUESTÕES PARA SUA REFLEXÃO

1. Por que os quadros dos tempos passados retratavam especialmente os nobres e poderosos?
2. Mito ou realidade? Discuta como o famoso sudário, um pano que teria sido colocado sobre Cristo e ficado com a marca de suor (daí sudário) e sangue, se antecipa à fotografia?
3. Que setores da atividade humana mais se desenvolveram (ou se aproveitaram) com a invenção da fotografia?
4. Que mudanças puderam ser incorporadas aos hábitos das pessoas devido à invenção da máquina fotográfica?
5. Explique a diferença entre o filme negativo e o filme de *slide*, comparando com a de uma foto negativo, realizado nesta lição, com a foto positiva normal.

6

Acertando câmara e filme

Compreender a
necessidade de outros
elementos numa
máquina fotográfica
moderna.



"No futuro, não serão considerados analfabetos apenas aqueles que não souberem ler, mas também quem não entender o funcionamento de uma máquina fotográfica"

Frase de um fotógrafo húngaro em
1936



TURMA DA MÔNICA/Mauricio de Souza

Os recursos de uma máquina fotográfica

Na aula anterior usamos uma câmara escura como uma máquina fotográfica e, com alguma dificuldade, até tiramos uma fotografia. Para isso foi necessário tomar certos cuidados que são dispensáveis quando batemos uma foto com uma máquina de verdade. Esses cuidados foram principalmente no momento de colocar o papel fotográfico no interior da câmara escura e no tempo que ele ficou exposto à luz, ou seja, o tempo que deixamos o orifício aberto.

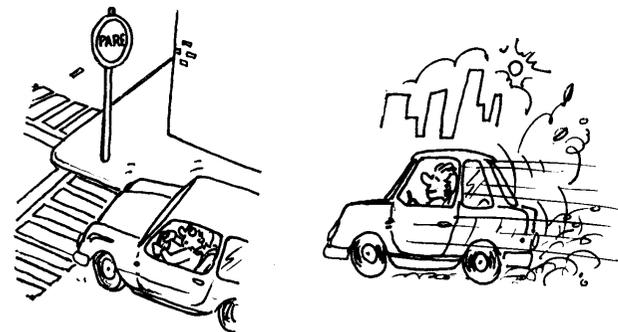
O QUE FOI NECESSÁRIO ACRESCENTAR ÀS CÂMARAS ESCURAS PARA SUPERAÇÃO DESSES PROBLEMAS?

É claro que o rolo de filme já está protegido da luz e por isso pode ser colocado no interior da máquina fotográfica sem a necessidade de um ambiente escuro.

Tais filmes possuem graus de sensibilidade diferentes em relação à luz e por isso precisam ser usados adequadamente para tirar uma boa fotografia. Os filmes que são muito sensíveis à luz necessitam de um pequeno tempo de exposição para impressioná-los e produzir uma boa foto. Já os filmes pouco sensíveis à luz necessitam de mais tempo de exposição à luz para uma foto com alguma qualidade.

Além disso, devemos considerar que tipo de foto pretendemos tirar: a foto de um atleta correndo, por exemplo, requer um tempo de exposição menor que o de uma pessoa parada ou andando devagar. O intervalo de tempo precisa ser menor para "congelar" a imagem, ou seja, parar o movimento, caso contrário a foto do atleta sai borrada. Nesse caso podem ser feitas duas coisas: usar, para a foto do atleta em movimento, um filme mais sensível ou um orifício maior para entrar mais luz!

Por isso as máquinas fotográficas dispõem de dispositivos que regulam o tempo de abertura, comandado pelo clique do obturador ao batermos a foto, e, também, de um diafragma, cujo diâmetro pode ser ajustado para entrar mais ou menos luz. Como é impossível fabricar um filme que seja ideal em qualquer situação, sua escolha, juntamente com os ajustes do tempo de exposição e da abertura do diafragma, devem ser feitos com algum cuidado para tirar uma foto de boa qualidade.



Que tipo de filme e ajustes você escolheria para tirar fotos das cenas acima?

A sensibilidade dos filmes fotográficos, ou a sua velocidade, é normalmente divulgada em dois sistemas: o sistema ASA (American Standards Association) e o sistema DIN (Deutsche Industrie Norm). Por exemplo, um filme de 200 ASA é duas vezes mais sensível ou mais rápido do que um de 100 ASA.

A tabela mostra uma relação entre esses dois principais sistemas em uso atualmente.

ASA	16	25	50	64	125	200	400	800	1600
DIN	13	15	18	19	22	24	27	30	33

Os filmes preto-e-branco com sensibilidade superior a 250 ASA (25 DIN) são considerados rápidos, e os de sensibilidade inferior a 64 ASA (19 DIN) são considerados filmes lentos.

O VISOR MÁGICO

"A máquina fotográfica é um espelho dotado de memória, porém incapaz de pensar"

Anold Newman

O controle da abertura: a íris e o diafragma

É comum, ao sairmos de um lugar muito escuro para a claridade, sentirmos um certo desconforto, por alguns segundos, até nos acostumarmos com o novo ambiente. Em outras situações, entretanto, nossos olhos acostumam-se muito rapidamente com as mudanças na intensidade luminosa que chega até ele.

A íris exerce um controle "automático" sobre a luz da imagem que impressiona a retina, abrindo-se e fechando-se. Da mesma forma, para o registro de uma boa imagem num filme fotográfico, também é necessário controlar a quantidade de luz que o impressiona. Isto é feito pelo diafragma, um mecanismo que permite passar mais ou menos luz, abrindo ou fechando seu orifício, denominado de abertura.

A gradação dessa abertura é representada por uma seqüência padrão denominada de "números-f". O mais alto deles indica a abertura mínima que corresponde a uma área mínima por onde passará a luz. A seqüência padrão vem impressa em um anel acoplado à objetiva da máquina fotográfica. Ao girarmos esse anel, em um ou outro sentido, o diâmetro da abertura aumenta ou diminui, permitindo o controle da entrada da luz. A área de abertura de um número-f é duas vezes maior do que a área correspondente ao número-f seguinte, e por isso a área maior permitirá a passagem do dobro da luz.

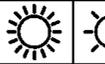
Seqüência padrão de números-f

1.2, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22

Exemplo: a área de abertura correspondente ao número-f 8 é o dobro daquela correspondente ao número-f 11.

FUGICOLLOR SUPER G PLUS 100

1/250sec.

				
f/16	f/11	f/8	f/5.6	f/4

Escala de controle do tempo de exposição do filme em segundo

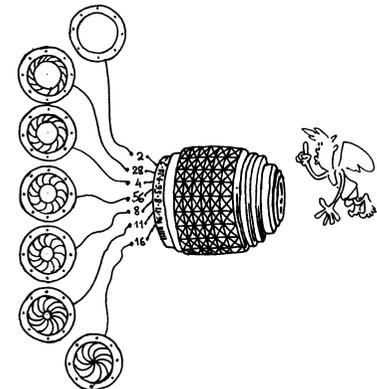
B, 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/15, 1/30, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000

Na maioria das máquinas fotográficas que contêm essas informações é comum virem impressos apenas os denominadores das frações de segundo. Por exemplo, a inscrição 8 significa 0,125 segundo; 1000 significa um milésimo de segundo, e assim por diante.

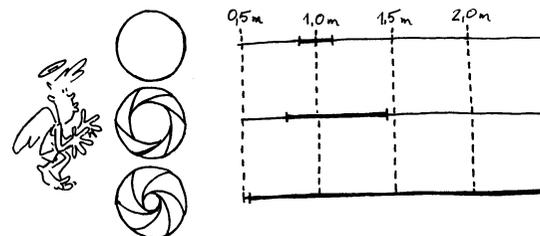
Exemplo: se usarmos filmes de mesma sensibilidade, uma exposição com tempo de 1/60 segundo com abertura do diafragma correspondente ao número-f 8 é equivalente a uma exposição de 1/30 segundo com diafragma no número-f 11. Isso significa que nos dois casos os filmes foram expostos à mesma quantidade de luz. Na exposição com menor tempo usou-se uma abertura maior.

Outras funções do diafragma

Além de permitir o controle da quantidade de luz que sensibiliza o filme fotográfico, o diafragma permite imagens suficientemente nítidas de pontos situados em planos diferentes, anteriores e posteriores ao plano de focalização. Ao diminuirmos a sua abertura aumentamos o número de planos que podem ser focalizados com nitidez. Em termos técnicos isto significa aumentar a profundidade de campo.



A abertura do diafragma diminui de cima para baixo

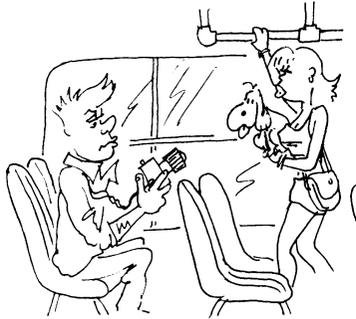


profundidade da região de nitidez em metros

Abertura do diafragma indicando para cada posição a região de nitidez

QUESTÕES

1. O diafragma e o obturador são dois importantes mecanismos presentes nas máquinas fotográficas. Discuta a função que cada um deles desempenha ao se tirar uma foto.



2. Um fotógrafo amador se acomoda num dos bancos de um ônibus que liga a estação Santana do metrô com a Zona Norte de São Paulo. De repente uma mulher com um lindo cachorrinho lhe chama a atenção no interior do ônibus e ele, com seu faro artístico aguçado, resolve gravar essa imagem, porém percebe que sua máquina, razoavelmente moderna, está sem flash. Como o nosso fotógrafo procedeu para resolver o seu problema?

3. Um fotógrafo usando um filme de 200 ASA pretende tirar duas fotos com o diafragma posicionado em duas regulagens diferentes: uma com o número-f 2,8 e a outra com o número-f 5,6. Discuta qual o tipo de ajuste que deve ser feito para que as duas fotos tenham a mesma qualidade.

4. Uma geóloga, para fotografar uma rocha fracamente iluminada no interior de uma mina, ajustou sua máquina no número-f 2 com um tempo de exposição de 2 segundos. O resultado foi uma foto com a imagem nítida da rocha, porém muito clara.

a- Explique por que a foto saiu desse modo.

b- O que a geóloga deveria fazer para corrigir esse defeito numa outra foto dessa rocha nas mesmas



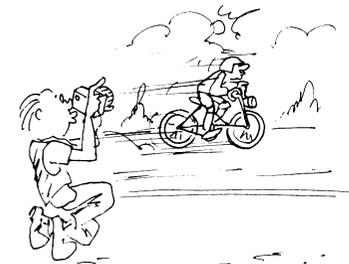
Resolução:

a) O número-f 2 representa uma grande abertura do diafragma, o que permite muita entrada de luz; além disso, o tempo de exposição longo (2s) também contribuiu para a excessiva luminosidade da cena, e por isso a foto ficou muito clara.

b) Para obter uma luminosidade menor na foto, a geóloga poderá diminuir o tempo de exposição, mantendo a mesma abertura do diafragma, ou então diminuir a abertura do diafragma, mantendo o tempo de exposição.

5. Josef Monarck, um grande admirador de bicicleta vê, deslumbrado, Ezequias Caloi deslizar, suavemente, sobre seu mais querido biciclo pelas vielas do parque. Pela cabeça lhe passa a criativa idéia de registrar essa cena inesquecível. Sua máquina fotográfica está equipada com um filme cujas indicações do fabricante são: número-f 8 para abertura do diafragma e 1/125s para o tempo de exposição. Esses ajustes, entretanto, são indicados para tirar uma foto de um objeto parado em dia nublado.

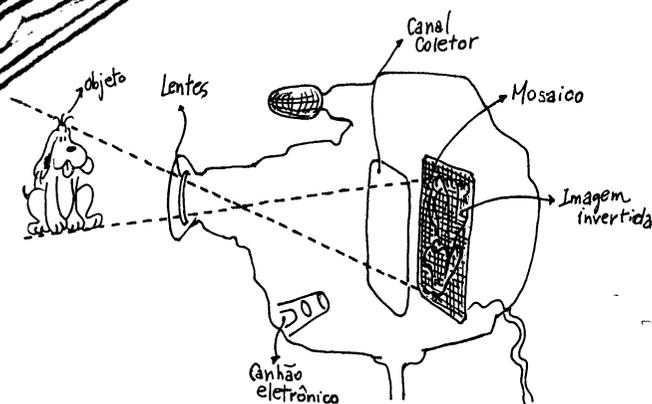
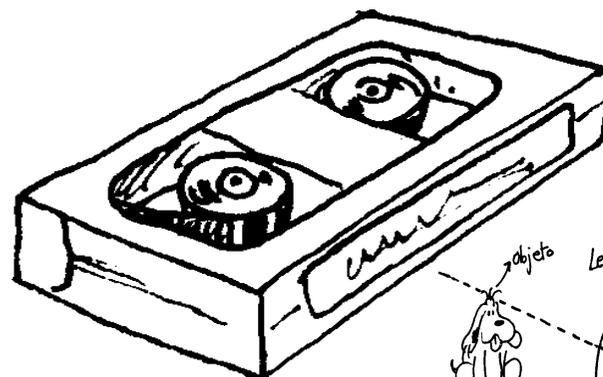
Como Josef Monarck deve ajustar a abertura do diafragma se com as indicações anteriores a foto do biciclo sairá um pouco borrada, e para congelar o seu movimento o tempo de exposição é de 1/500s?



7

A videogravação ou câmera de TV

O registro magnético
de sons e imagens.



Hoje em dia é muito comum encontrarmos, em festinhas de aniversário, casamentos, eventos esportivos, carnaval etc., além dos tradicionais fotógrafos com suas máquinas fotográficas, também os *camera-men* com suas filmadoras de vídeo. Com a máquina fotográfica podemos obter a imagem da cena estática diretamente sobre uma fita de celulose.

Com a filmadora de vídeo obtemos uma fita magnética que, ao ser colocada num aparelho de videocassete, reproduz na tela da TV as cenas em movimento. Será que essas duas formas de registro das cenas é a única diferença entre elas?

A resposta é não!

No filme fotográfico a imagem é registrada por um processo químico: a luz, proveniente da cena que se quer fotografar, provoca uma reação química nos haletos de prata do filme fotográfico. Durante o processo de revelação do filme, nos locais onde houve incidência da luz surgirão nuances de claro e escuro, sendo a imagem da cena, em negativo, construída diretamente no filme.

Na filmadora de vídeo, a luz proveniente da cena filmada é projetada sobre grânulos de césio, material fotossensível que constitui o mosaico receptor de imagem. Essa luz é transformada em impulsos eletromagnéticos que irão codificar uma fita magnética.

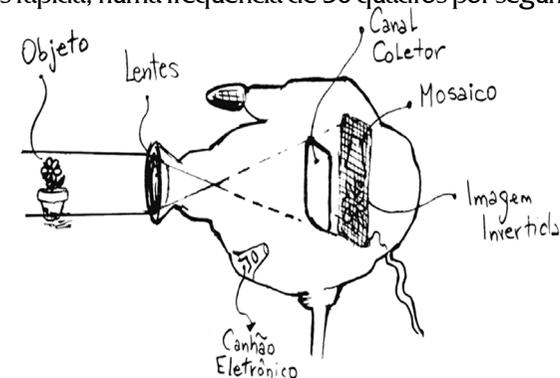
Diferentemente da fotografia, na fita magnética não é registrada a imagem da cena, mas apenas sinais magnéticos que serão posteriormente decodificados e transformados novamente em imagem, na tela da TV.

Como é uma filmadora de vídeo?

Uma filmadora de vídeo, ou uma câmara de TV, é, em alguns aspectos, semelhante a uma máquina fotográfica: ambas possuem objetivas com lentes para projetar a imagem da cena escolhida sobre o filme fotográfico ou sobre o mosaico.

Na máquina fotográfica a luz se transforma em negativo da imagem, que é registrada no filme. Na filmadora de vídeo a luz se transforma em impulsos eletromagnéticos que podem ser modulados e enviados ao espaço como uma onda eletromagnética ou então ser registrados e guardados numa fita magnética.

Para proporcionar esse tipo de transformação, uma filmadora de vídeo, além da objetiva e da lente, dispõe de um canhão que projeta elétrons contra o mosaico, fazendo uma varredura de todo o quadro, linha por linha, como faz nossos olhos na leitura desta página, só que muito mais rápida, numa frequência de 30 quadros por segundo.



Um esquema mostrando as partes de uma filmadora

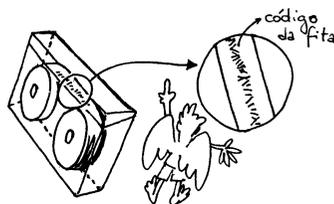
Como a luz se transforma em impulsos eletromagnéticos numa filmadora de vídeo?

A idéia de que o canhão de elétrons da filmadora de vídeo faz a varredura da cena projetada no mosaico, linha por linha, como se estivesse "lendo um livro", permite responder a esta pergunta.

Os grânulos de césio, ao ser atingidos pela luz, sofrem uma separação de cargas com os elétrons, desligando-se dos seus átomos. A quantidade de elétrons que se separam dos grânulos de césio é tanto maior quanto maior for a incidência de luz sobre eles. Como resultado dessa separação de cargas elétricas, mais átomos se eletrizam positivamente, por perderem seus elétrons.

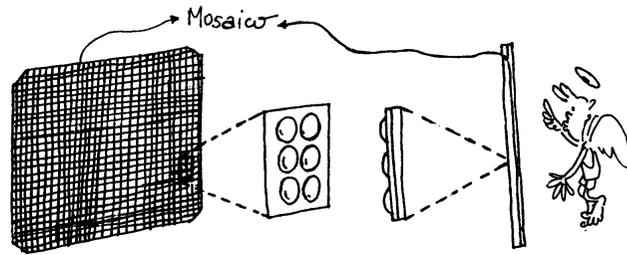


Filme fotográfico e o registro da imagem e do som



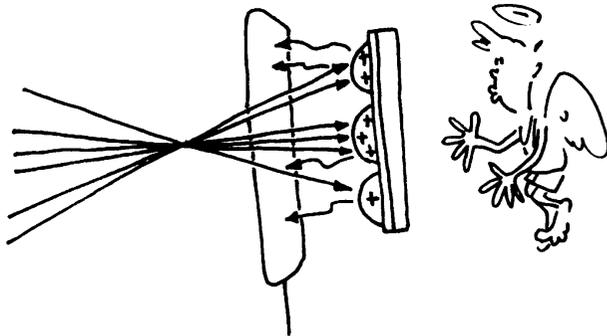
Fita magnética com sinais magnéticos codificados

Quando a imagem da cena é projetada sobre o mosaico, nele aparecem regiões com diferentes luminosidades que correspondem às partes da cena com maior ou menor incidência de luz.



Visão frontal e lateral do mosaico

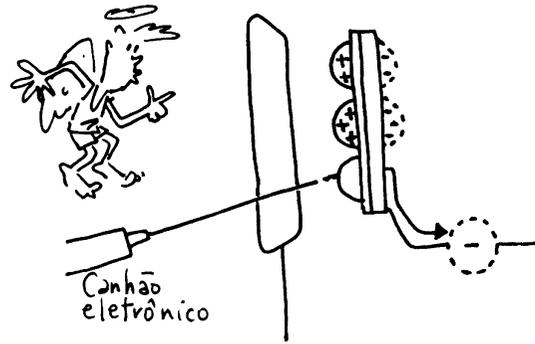
As regiões mais claras da imagem se apresentam eletrizadas com maior quantidade de carga positiva que as regiões mais escuras. A diferença de luminosidade entre o claro e o escuro corresponde à "imagem eletrostática" constituída de cargas positivas, da cena que estamos filmando.



Esquema representando a luz que incide sobre o mosaico de césio, que libera elétrons que são atraídos pelo anel coletor

A "imagem eletrostática" da cena filmada é descarregada pelo canhão que fornece os elétrons para fazer a varredura de todo o mosaico. Essa descarga se constitui numa corrente elétrica de intensidade variável, já que ela depende da carga elétrica de cada grânulo de césio, ou, em outras palavras, da sua luminosidade.

Nas regiões onde há muita luz a corrente de descarga é alta, e nas regiões mais escuras a corrente é menor. Portanto, as informações sobre as diferentes tonalidades de claro-escuro da cena são carregadas pela corrente elétrica variável produzida durante essa descarga. Tais informações podem ser enviadas ao espaço, como no caso de uma emissora de TV, ou então simplesmente registradas em uma fita magnética, para serem depois reproduzidas na tela da TV.



Representação do processo de descarga dos grânulos de césio

O processo pode ser comparado com a leitura de um livro. Podemos fazer a leitura em voz alta, para outras pessoas ouvirem ou gravarem numa fita magnética. Lemos o livro linha por linha, transformando as informações que estão no plano da página em um código linear como a voz.

Da mesma forma, a imagem da cena projetada no plano do mosaico também é "lida" linha por linha pelo canhão eletrônico da filmadora, transformando as informações visuais, contidas no plano da figura, em um outro código linear, que é a corrente elétrica.

Por enquanto fizemos a descrição fenomenológica da interação da luz, proveniente da cena filmada, com os grânulos de césio. Nas aulas de Eletromagnetismo mostraremos com mais detalhes como uma corrente elétrica pode transmitir informações sobre imagens e sons ou registrá-los numa fita magnética,

Atividade

O REGISTRO DE UMA IMAGEM ATRAVÉS DE NÚMEROS

Para realizar esta atividade é necessário dispor de duas tabelas iguais de aproximadamente 40 linhas por 40 colunas.

Numa dessas tabelas estão representados os traços de um cachorrinho nos quadradinhos claros e escuros.

Na outra existe apenas o quadriculado resultante do cruzamento das linhas com as colunas.

Cada quadradinho será representado por um par de números, onde o primeiro pertence às linhas e o segundo às colunas.

A idéia é mostrar que é possível você "ditar por números" a imagem de uma figura ou uma cena qualquer.

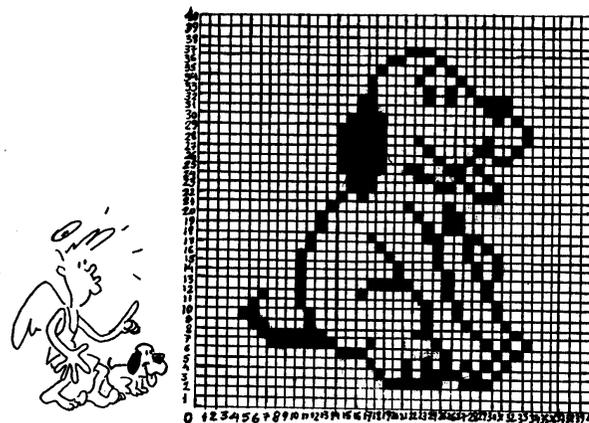
Fique com sua tabela e dite para seu colega os pares de números que correspondem à seqüência de claros e escuros.

Por exemplo, os pares (6, 9), (6, 10), (6, 11) são escuros, e todos os demais pares com a mesma abscissa 6 são claros.

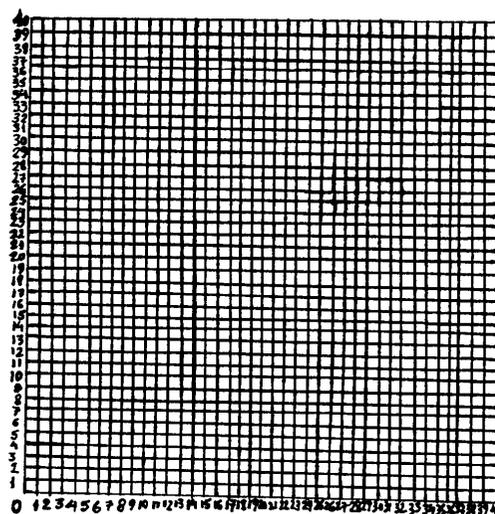
Os três pares escuros acima representam, nesse caso, detalhes do rabo do cachorrinho.

Siga informando ao colega todos os demais pares escuros e claros para que ele escureça ou não os quadriculados.

No final desse "ditado de pares de números", a imagem do cachorrinho estará construída na outra tabela.



Quadriculado com desenho do cachorrinho



RECREAÇÃO

Use o quadriculado vazio e escureça com lápis preto os quadradinhos

(4, 2), (4, 3), (4, 4), (4, 5),
(4, 6), (5, 2), (5, 6), (6, 2),
(6, 6), (7, 2), (7, 3), (7, 4),
(7, 5), (7, 6), (9, 2), (9, 3),
(9, 4), (9, 5), (9, 6) e (9, 8).

Deixe todos os demais sem pintar.

"Faça com paciência que terá sua recompensa"



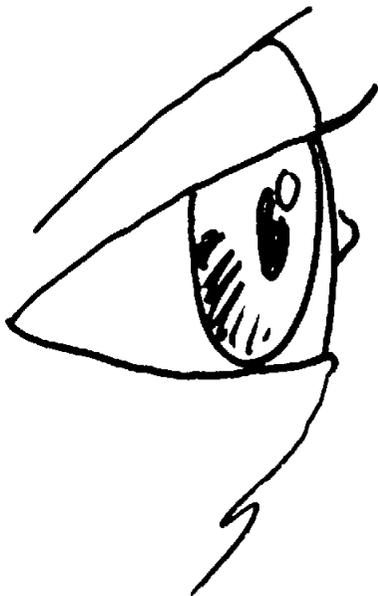
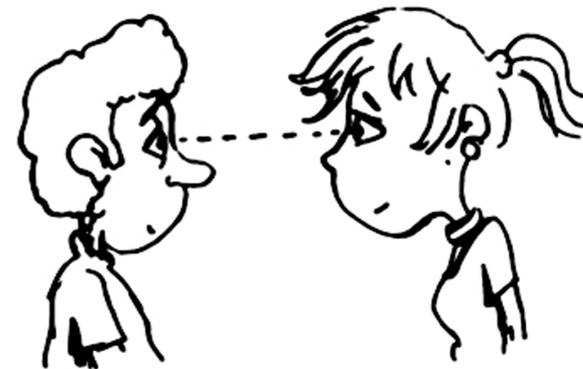
Quadriculado sem desenho

Construa você novas tabelas e novos desenhos, estranhos se possível, e procure passá-los aos colegas sem que eles saibam que figura está sendo ditada. Imagine também uma forma de "ditar" desenhos coloridos. Experimente.

8

De olho no olho

Nossa primeira câmara, mesmo tão antiga, ainda não foi superada... O caminho da luz: da pupila ao cérebro.

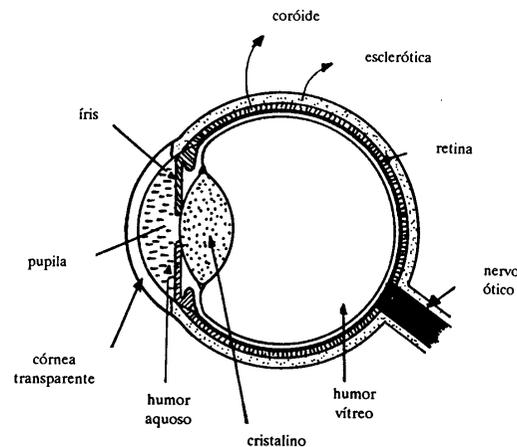


O ser humano dispõe e utiliza, em seu convívio pelo mundo, de cinco sentidos: o paladar, o olfato, o tato, a audição e a visão. Entretanto é através da visão que a maior parte das informações chegam até o cérebro. Nele as informações visuais são processadas, interpretadas e memorizadas como as imagens daquilo que os olhos vêem. Todo esse processo pode ser compreendido com base no estudo da máquina fotográfica e da filmadora de vídeo, que possuem alguns elementos muito semelhantes aos do olho humano.

Por isso vamos descrever um pouco melhor o olho humano, tanto no aspecto de sua biologia, apresentando os elementos que o compõem, como um sistema de percepção e interpretação das coisas,

Olhando o olho

O olho humano é um órgão aproximadamente esférico, com diâmetro em torno de 25 mm, equivalente ao sistema óptico da filmadora de vídeo ou da máquina fotográfica, constituído basicamente por: um sistema de lentes, cuja função é desviar e focalizar a luz que nele incide - a córnea e o cristalino; um sistema de diafragma variável, que controla automaticamente a quantidade de luz que entra no olho - a íris (cujo orifício central é denominado pupila); um anteparo fotossensível - a retina.



Representação de alguns detalhes do olho humano

Além desses, o olho possui outros componentes que o caracterizam como uma câmara escura: a esclerótica e a coróide. Os outros componentes do olho humano têm a função de fornecer nutrientes e manter a pressão interna do olho: o humor aquoso e o humor vítreo.

Caminho da luz no olho humano

A córnea, uma membrana curva e transparente com espessura de aproximadamente 0,5 mm, é o primeiro meio transparente encontrado pela luz. A luz que atinge obliquamente a superfície da córnea sofre um desvio, que é responsável por 2/3 de sua focalização na retina.

A esclerótica é o envoltório fibroso, resistente e opaco mais externo do olho, comumente denominado "branco do olho". Na frente, a esclerótica torna-se transparente, permitindo a entrada de luz no olho (córnea). Internamente, em relação à esclerótica, o olho apresenta uma camada pigmentada denominada coróide.

A coróide é uma camada rica em vasos sanguíneos e células pigmentares, e tem a função de absorver a luz, evitando reflexões que possam prejudicar a qualidade da imagem projetada na retina.

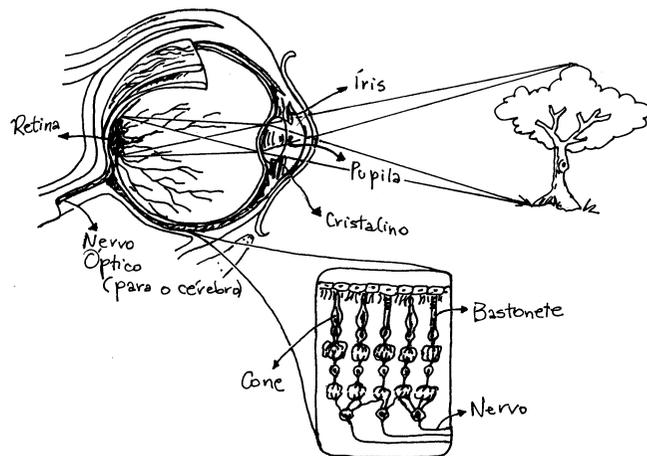
A íris é uma camada também pigmentada, sendo suficientemente opaca para funcionar como diafragma. Sua principal função é limitar a quantidade de luz que atinge a parte central do cristalino, devendo atuar também na focalização dos objetos próximos. A íris é formada principalmente por músculos circulares e radiais, que ao ser estimulados provocam a diminuição ou o aumento de sua abertura - a pupila -, cujo diâmetro pode variar de 1,5 mm a 8,0 mm. Seu funcionamento, porém, não é instantâneo, pois leva cerca de 5 segundos para se fechar ao máximo e em torno de 300 segundos para se abrir totalmente.

Após ter sido controlada pela íris, a luz atinge o cristalino, que, do mesmo modo que a córnea, atua como lente convergente, produzindo praticamente o terço restante do desvio responsável pela focalização na retina.

Entretanto a importância maior do cristalino não está em desviar a luz, mas sim em acomodar-se para focalizar a luz na região da retina mais sensível à luz. Em sua trajetória no olho, após atravessar o cristalino, a luz passa pelo humor vítreo, uma substância clara e gelatinosa que preenche todo o espaço entre o cristalino e a retina.

Finalmente, após atravessar os meios transparentes do olho, a luz atinge a retina, uma "tela" sobre a qual deverá se formar a imagem, que, decodificada pelo sistema nervoso, permitirá a visão das coisas. É uma camada fina, com espessura de aproximadamente 0,5 mm, rosada, constituída de fibras e células nervosas interligadas, além de dois tipos especiais de célula que são sensíveis à luz: os cones e os bastonetes, cujos nomes estão relacionados à forma que apresentam.

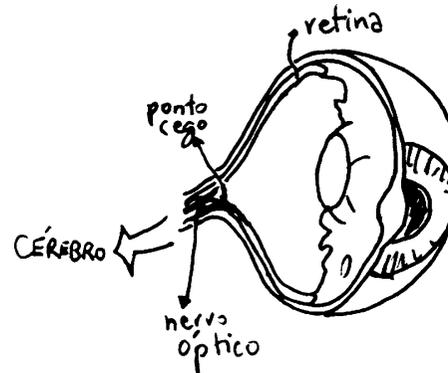
Os cones e os bastonetes são células fotossensíveis responsáveis pela conversão da luz em impulsos elétricos, que são transmitidos ao cérebro. A energia da luz é responsável pela ação química e elétrica que se desencadeia nas células fotossensíveis; os detalhes dessa ação ainda são controversos, especialmente em nível fisiológico.



Os cones e os bastonetes

A percepção das cores pelo olho humano está relacionada com a absorção da luz pelos cones, que se encontram na retina. Existem, aproximadamente, 7 milhões deles espalhados pela retina de cada olho. Acredita-se que a capacidade de discriminação de cores pelo olho esteja relacionada com diferentes elementos fotossensíveis contidos nos cones. Esses elementos seriam de três tipos, sendo cada um deles sensível a uma determinada faixa de energia, que corresponde, majoritariamente, ou ao azul, ou ao verde, ou ao vermelho. A visão das outras cores é explicada pela estimulação simultânea e em graus distintos desses elementos fotossensíveis.

Já os bastonetes funcionam com pouca luz e percebem os tons em cinza. A retina de cada olho contém cerca de 125 milhões de bastonetes distribuídos entre os milhões de cones. A sensibilidade dos bastonetes em relação à luz é cerca de 100 vezes maior que a dos cones, mas estes reagem à claridade quatro vezes mais rápidos que aqueles.



A retina, o ponto cego, o nervo óptico e o cérebro

Portanto a luz que chega à retina estimula cones e bastonetes a gerar impulsos elétricos. Os cones funcionam bem na claridade e são responsáveis pelos detalhes e cores observados numa cena, enquanto os bastonetes são os responsáveis pela nossa visão quando o ambiente é mal iluminado.

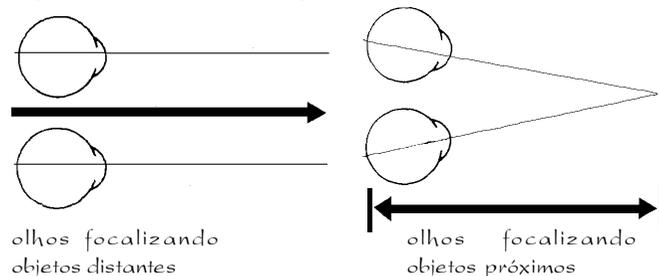
Esses sinais são transmitidos, através do nervo óptico, até o cérebro, que os interpreta como imagens do que os olhos vêem.

A ilusão de óptica

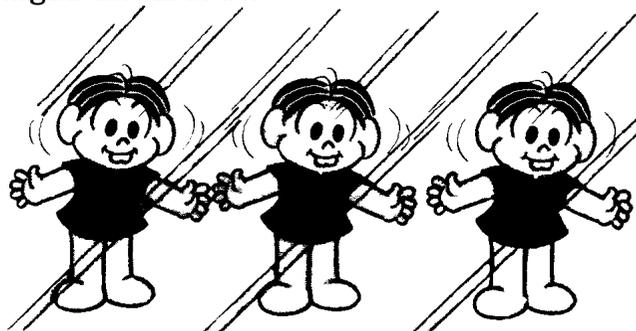
Se as imagens que se formam em nossa retina são planas, como percebemos o volume dos objetos?

Uma das razões é devida à iluminação nas diferentes partes do objeto, que nos dá a idéia de sua forma. Outra é por termos visão estereoscópica, ou seja, os dois olhos, no mesmo lado da face, olhando para a mesma paisagem. Nas aves e répteis, por exemplo, cada olho enxerga uma paisagem diferente.

Quando o objeto se encontra muito longe, perdemos a noção de profundidade. Temos dificuldade de perceber se um balão ao longe vai cair na frente ou atrás de um prédio ou de uma árvore. Já para um objeto próximo, um olho vê com uma pequena diferença em relação à direção do outro olho. Isso nos permite ver em terceira dimensão, em profundidade. Experimente olhar alternadamente com um olho e depois com o outro. Você perceberá que, especialmente os objetos próximos darão "um salto".



Algumas imagens planas, chamadas estereogramas, são vistas em profundidade se você conseguir olhar para elas como se estivessem distantes; se você conseguir "desfocar", a Mônica, ela aparecerá dentro do espelho, em quatro imagens em vez de três.



Mônica, O Espelho Dimensional - 3D virtual by Mauricio 1994

Além disso há o que é chamado *olho dominante*. Experimente colocar seu polegar na frente de um objeto. Agora feche um olho e depois o outro. O polegar só encobrirá o objeto quando o olho dominante estiver aberto.

Um caso muito comum de ilusão de óptica é acharmos que a Lua e o Sol quando estão no horizonte são maiores do que no meio do céu. Uma das razões para isso é a possibilidade de compararmos seu tamanho com outras coisas à sua volta. Ao lado, a esfera na mão parece menor que a isolada. E no balão ela aparenta ser maior.

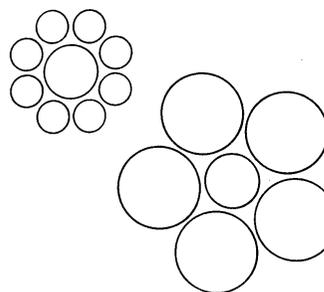
Observe o círculo

do meio nas duas

figuras ao lado.

Qual deles é maior?

Confira com a régua...



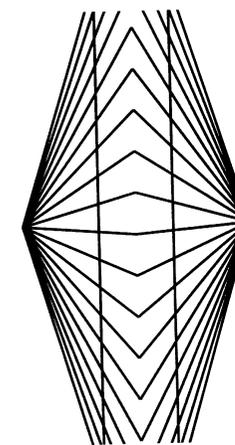
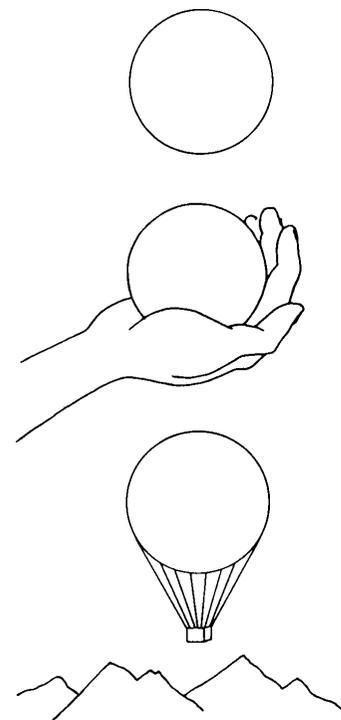
A ilusão de óptica está associada ao nosso "aprender a ver". Os bebês vão se acostumando a ouvir a voz, sentir o cheiro e o calor de sua mãe enquanto mama. Também aprendem a enxergar, isto é, a identificar as imagens formadas na retina com as pessoas e os objetos.

Durante nossa vida, tudo que sentimos (tato, odores, paladares), ouvimos e vemos, automaticamente relacionamos com padrões estabelecidos.

Um cego pode não enxergar por algum problema no globo ocular ou no cérebro. Vamos supor que a pessoa tenha nascido cega por uma avaria nos olhos. Mais tarde ela é operada e seus olhos passam a transmitir as imagens nítidas para o cérebro. Mesmo assim ela pode continuar não enxergando. É como se estivéssemos ao lado de um chinês falando: ouvimos sua voz, mas não decodificamos sua fala.

Por tudo isso, devemos ter cuidado com a expressão:

"SÓ ACREDITO NO QUE MEUS OLHOS VÊM!".

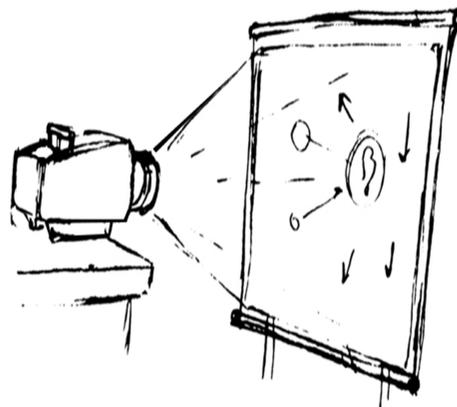


As retas verticais são paralelas?

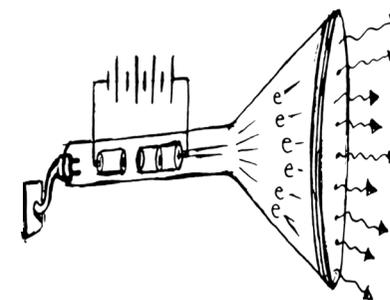
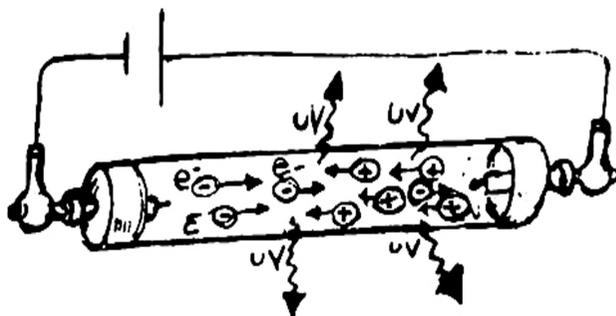
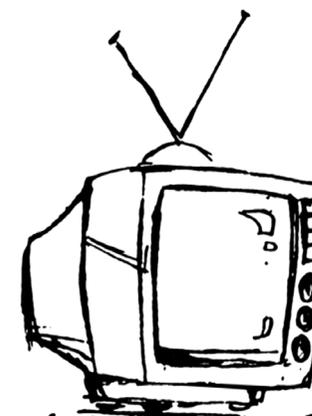
9

Duas ópticas

A interação luz-matéria e o seu percurso nos colocam diante de duas ópticas: a física e a geométrica.

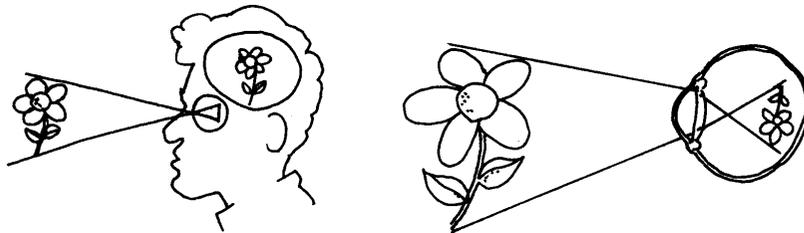


A natureza da luz e das cores e a geometria da propagação e da formação da imagem



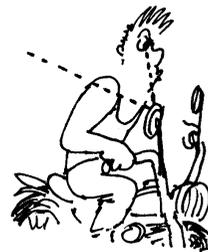
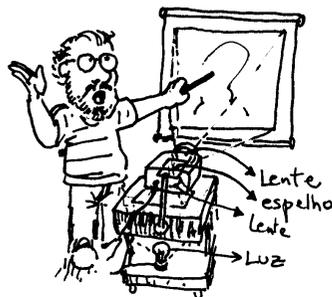
O caminho da luz

Nosso contato até aqui com instrumentos ópticos, como câmaras escuras, máquinas fotográficas, filmadoras de vídeo e também o olho humano, permitiu colocar em evidência dois aspectos relacionados ao comportamento da luz, ao passar por esses instrumentos. Um deles é o caminho que ela percorre desde a cena observada até o papel vegetal da câmara escura, ao filme na máquina fotográfica, ao mosaico na filmadora de vídeo, ou até a retina, em nosso olho.



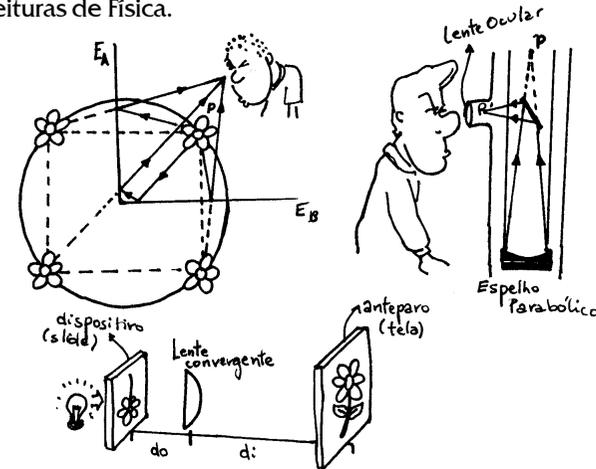
O caminho da luz na formação de imagens

Na câmara escura, a luz proveniente da cena observada passa pelo pequeno orifício, em linha reta, e incide no papel vegetal, reproduzindo nele a imagem da cena invertida. Uma lente, como a que colocamos na câmara escura, para melhor focalizar a cena, provoca um desvio na trajetória da luz, convergindo seus raios e produzindo uma imagem menor, também invertida. Em alguns tipos de máquina fotográfica, é um conjunto de espelhos que reflete a luz, conduzindo-a da objetiva até o filme fotográfico.



Lentes e espelhos mudam a trajetória da luz

Em todos esses casos estamos olhando apenas para o que acontece com a trajetória da luz ao atravessar algum meio material, como uma lente ou a sua reflexão na superfície de um espelho. Esse tipo de comportamento da luz nos leva a um dos ramos da óptica, denominado de **óptica geométrica**, que nos permitirá descrever, além desses casos, o caminho da luz no interior de microscópios, projetores de *slides*, periscópios, lunetas e outros instrumentos ópticos, que estudaremos na Parte 3 destas Leituras de Física.



Tudo isso é óptica geométrica!

A interação luz-matéria e a produção de luz

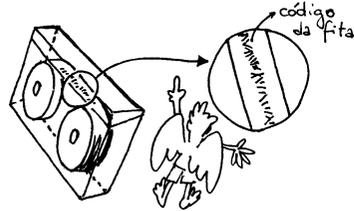
Outro aspecto importante sobre o comportamento da luz é o fato de ela ser capaz de impressionar um filme fotográfico, o mosaico nas filmadoras de vídeo, ou mesmo sensibilizar a nossa retina. Numa fotografia, por exemplo, a luz, proveniente da cena observada, ao incidir sobre o papel fotográfico, possibilita o registro de imagens, transformando a energia luminosa numa gravura.



A imagem do objeto registrada no papel fotográfico

Na filmadora de vídeo, a luz que vem da cena filmada impressiona um mosaico que gera pulsos eletromagnéticos, que são codificados e gravados na fita magnética, ou que podem ser enviados ao espaço por meio de um código, que depois é transformado em imagem numa tela de TV.

Da mesma forma, a luz que atinge nossa retina é conduzida, através do nervo óptico, até o cérebro, que a interpreta como imagem da cena observada.



Registro de sinais que representam imagens

Nesses casos a energia luminosa proveniente da cena observada é transformada em energia química, no processo fotográfico, ou em energia eletromagnética, nos processos de gravação da fita magnética da filmadora de vídeo e de registro de imagem pelo olho humano.

Em todos esses processos a luz é considerada uma forma de energia que interage com a matéria.

Além disso, como veremos na leitura seguinte, a própria origem da luz também é devida a transformações de energia. As diversas fontes de luz, como, velas, lâmpadas, estrelas e outras, convertem uma forma qualquer de energia em energia luminosa.

O registro de uma imagem no papel fotográfico, a chama de uma vela ou a luz de uma estrela são fenômenos estudados por um outro ramo da óptica, chamado de **óptica física**. A óptica física permite interpretar esses e outros fenômenos relacionados à formação de imagens e à natureza da luz.

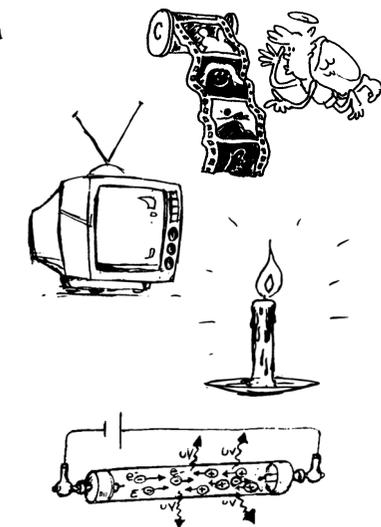
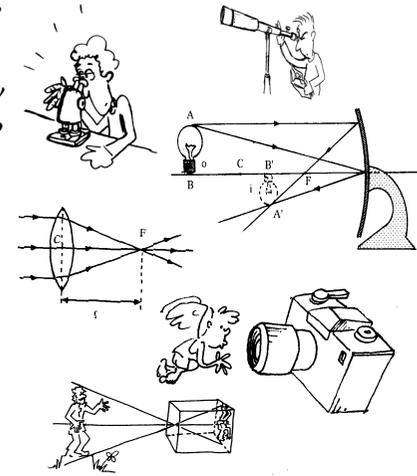
As duas ópticas

A primeira parte deste curso de óptica, constituída pelas 8 leituras anteriores, levanta dois tipos de situação diferentes, porém relevantes, para continuidade do aprendizado de óptica:

1. As que se referem à descrição da trajetória da luz ao atravessar instrumentos ópticos, como máquina fotográfica, lunetas, periscópios, microscópios e outros, que serão estudados em **óptica geométrica**.

2. As que se referem a fenômenos nos quais a luz é capaz de sensibilizar o papel fotográfico, o mosaico na câmera de vídeo, nossa pele e outros materiais, que serão estudados em **óptica física**.

Daremos continuidade a estas Leituras de Física observando e discutindo algumas fontes de luz, como a chama da vela, lâmpadas, tela de TV, que também fazem parte das coisas estudadas pela **óptica física**.



Atividades

Atividade 1

Coloque água em um copo de vidro.

Coloque no copo um lápis. Examine bem esse sistema.

1. O que você observa?
2. O fenômeno observado faz parte do estudo da óptica física ou geométrica? Explique.



Atividade 2

Corte uma folha de jornal em duas partes.

Coloque uma delas ao sol e a outra guarde-a dentro de casa, por um dia.

No final do dia examine-as com cuidado.

1. Descreva o que notou de diferente nas duas partes.
2. O fenômeno observado pode ser explicado pela óptica física ou pela óptica geométrica? Explique.

Atividade 3

Acenda uma vela num lugar escuro. (Cuidado...)

Coloque um pequeno espelho próximo à vela.

Examine muito bem a chama da vela.

1. Você consegue ver cores diferentes nessa chama?
2. Quais são essas cores e em que região da chama elas aparecem?

Examine a imagem da chama da vela no espelho.

3. Trace numa folha de papel o caminho da luz da vela até a sua imagem no espelho. Onde fica essa imagem?



Atividade 4

Relacione os processos ou situações, presentes na figura, que podem ser explicados pela óptica geométrica. Jdem pela óptica física.

